

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-305706

(43)Date of publication of application : 01.11.1994

(51)Int.Cl.

C01B 13/11
H01T 19/00

(21)Application number : 05-101526

(71)Applicant : TSUJINO HIROSHI

(22)Date of filing : 27.04.1993

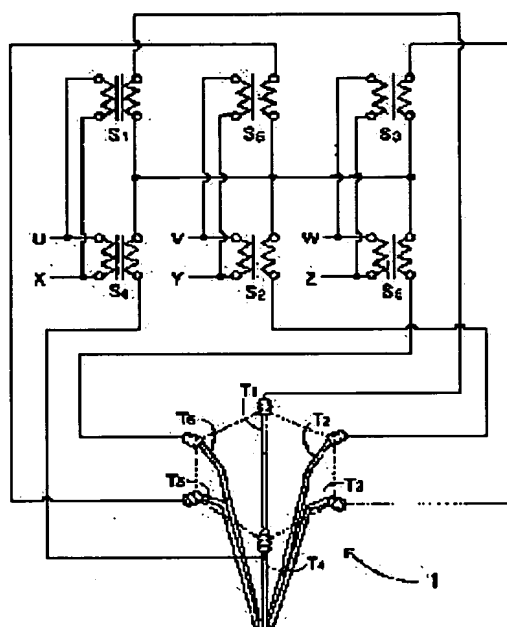
(72)Inventor : TSUJINO HIROSHI

(54) POLYPHASE AC MULTIELECTRODE CORONA DISCHARGER AND OZONE GENERATOR USING THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a uniform and stable planar corona discharge between electrodes and to improve ozone generation efficiency by connecting the respective phase output terminals of an n phase AC output device in earlier order of their phases to discharge electrodes in clockwise or counterclockwise order.

CONSTITUTION: This polyphase AC multielectrode corona discharger includes the n phase AC output device outputting n phase AC and an electrode unit arranged in proximity with the front ends of discharge electrodes T1 to Tn near the respective vertexes of a regular n-gonal shape and is formed by connecting the respective phase output terminals of the n phase AC output device in the order of the earlier phases to the discharge electrodes T1 to Tn of the unit in clockwise or counterclockwise order. This device is installed within an ozone generating column in which oxygen or oxygen-contg. gas flows. The plural corona discharges are generated incessantly between the respective electrodes when the corona discharge is caused by connecting, for example, the 6-phase AC output device and the electrode unit by the connecting method mentioned above. In addition, these corona discharges rotate at a high speed and, therefore, the corona discharges are eventually flatly generated. The discharge electrons are efficiently brought into collision against the oxygen molecules and the ozone is formed with high efficiency according to this device.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.04.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.11.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-305706

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 11 月 1 日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 1 B 13/11	F	9152-4G		
H 0 1 T 19/00		7509-5G		

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-101526

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 4 月 27 日

(71) 出願人 392012308

辻野 弘

兵庫県神戸市須磨区東白川台 3-15-7

(72) 発明者 辻野 弘

兵庫県神戸市須磨区東白川台 3-15-7

(74) 代理人 弁理士 戸川 公二

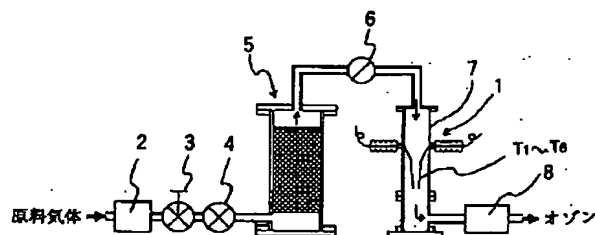
(54) 【発明の名称】 多相交流多電極コロナ放電装置、及びこれを用いたオゾン発生装置

(57) 【要約】

【目的】 多相交流を用いることにより、多電極間においてコロナ放電を平面状に発生させるコロナ放電装置、及びこのコロナ放電装置が生起する平面状コロナ放電部分へ、酸素あるいは含酸素気体を流通せしめることによって高効率にオゾンを発生させるオゾン発生装置を提供すること。

【構成】 n 相交流出力器と、放電電極の先端部を正 n 角形頂点位置に近接配置して成る電極ユニットとを含み、n 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に、放電電極へ右または左回り順に接続せしめるという手段を採用した。

【効果】 放電電極の配置精度に殆ど関係なく、電極間において均一かつ安定な平面状コロナ放電を得ることができるので、放電電子を効率良く酸素分子に衝突させることが可能となり、オゾン発生効率が格段に向上する。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 n 相交流を出力する n 相交流出力器と、放電電極 $T_1 \sim T_n$ の先端部を正 n 角形各頂点位置付近に近接配置して成る電極ユニットとを含み、前記 n 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に前記電極ユニットの放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ、右または左回り順に接続せしめることを特徴とする多相交流多電極コロナ放電装置。

【請求項2】 6 相交流を出力する 6 相交流出力器と、放電電極 $T_1 \sim T_6$ の先端部を正六角形各頂点位置付近に近接配置して成る電極ユニットとを含み、前記 6 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に前記電極ユニットの放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ、右または左回り順に接続せしめることを特徴とする多相交流多電極コロナ放電装置。

【請求項3】 放電電極 $T_1 \sim T_3$ の先端部を正三角形各頂点位置付近に近接配置し且つ正三角形の中心点位置付近にアース電極 T_0 を設けることにより電極ユニットを構成し、3 相交流電源の各相出力端子を当該電極ユニットの放電電極 $T_1 \sim T_3$ へ接続せしめることを特徴とする多相交流多電極コロナ放電装置。

【請求項4】 6 相交流を出力する 6 相交流出力器として、

3 相交流電源の各相の出力端子毎に並列に 2 個ずつ 3 組の変圧器 $S_1 \cdot S_4$ 、変圧器 $S_5 \cdot S_2$ 、及び変圧器 $S_3 \cdot S_6$ を接続し対となし、これら対として並列接続された各対の変圧器の一方の変圧器二次巻線の巻き終わりと他方の変圧器二次巻線の巻き始めとを結線し、これら 3 組の結線部同士を更に接続して、共通結線していない側の変圧器二次巻線の端子を出力端子とする 6 相交流出力器を用いることを特徴とする請求項 2 記載の多相交流多電極コロナ放電装置。

【請求項5】 n 相交流を出力する n 相交流出力器と、放電電極 $T_1 \sim T_n$ の先端部を正 n 角形の各頂点位置付近に近接配置し、前記 n 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ、右または左回り順に接続して成る電極ユニットと、当該電極ユニットを内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通するオゾン発生塔を含むことを特徴とする多相交流多電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置。

【請求項6】 6 相交流を出力する 6 相交流出力器と、放電電極 $T_1 \sim T_6$ の先端部を正六角形の各頂点位置付近に近接配置し、前記 6 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ、右または左回り順に接続して成る電極ユニットと、当該電極ユニットを内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通するオゾン発生塔を含むことを特徴とする多相交流多電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置。

【請求項7】 放電電極 $T_1 \sim T_3$ の先端部を正三角形の各頂点位置付近に近接配置し、且つ正三角形の中心点

位置付近にアース電極 T_0 を設けて成る電極ユニットと、

当該電極ユニットを内蔵し、酸素あるいは含酸素気体が流通するオゾン発生塔を含むことを特徴とする多相交流多電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置。

【請求項8】 6 相交流を出力する 6 相交流出力器として、

3 相交流電源の各相の出力端子毎に並列に 2 個ずつ 3 組の変圧器 $S_1 \cdot S_4$ 、変圧器 $S_5 \cdot S_2$ 、及び変圧器 $S_3 \cdot S_6$ を接続し対となし、これら対として並列接続された各対の変圧器の一方の変圧器二次巻線の巻き終わりと他方の変圧器二次巻線の巻き始めとを結線し、これら 3 組の結線部同士を更に接続して、共通結線していない側の変圧器二次巻線の端子を出力端子とする 6 相交流出力器を用いることを特徴とする請求項 6 記載の多相交流多電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、多相交流を用いて多電極間に平面状コロナ放電を生起する多相交流多電極コロナ放電装置、及びコロナ放電装置の平面状コロナ放電部へ酸素あるいは含酸素気体を流通せしめることによって高効率にオゾンを発生させるオゾン発生装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】コロナ放電を用いてオゾンを大量に発生させるには、コロナ放電による放電電子を、酸素分子に効率良く衝突させる必要がある。このため、従来では、含酸素気体原料の酸素濃度を高めることは勿論のこと、電極表面上でコロナ放電が絶えず移動するように装置に種々の工夫が加えられている。例えば、平面電極を平行配置したオゾン発生装置においては、平面電極の平行配置を精密に行ない電極表面を均一に仕上げたり、放電電極を回転式にしたりして、コロナ放電の局部集中を防止している。またその他、放電電極の形状を円筒形状にしたりする試みも為されている。

【0003】しかしながら、従来のオゾン発生装置は何れも、その放電電源として単相交流あるいは直流を用いており、電極間に生じる放電自体は、線状のコロナ放電であった。したがって、コロナ放電を絶えず移動させることにより放電の局部集中を完全に防いだとしても、線状放電であるためにオゾンの発生効率向上には自ずと限界があった。

【0004】本件出願人は、3 相交流電源から簡単に 6 相交流を得ることのできる 6 相交流出力器を既に完成しており、この 6 相交流出力器と所要位置に配置した 6 本の電極とをその接続順序を工夫して放電させた場合、電極間距離に応じた電圧が各電極へ印加され、6 電極間で複数のアーク放電が途絶えることなく、放電方向を揃えつつ高速回転しながら発生することを見出している。こ

の6相交流出力器、及び6相交流6電極アーク放電装置については本発明者が既に出願している（特願平4-228984号）。

【0005】本件出願人は、上記のアーク放電装置が極めて高効率であることに加え、更にその放電が、従来装置のような線状放電ではなく、平面的に為されることを見出した。この平面状放電を、コロナ放電を用いたオゾン発生装置に利用すべく工夫を加え、遂に多相交流多電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置を完成したのである。

【0006】

【解決すべき技術的課題】本発明は、多電極間に均一かつ安定した平面状放電を生起する多相交流多電極コロナ放電装置、並びにこの平面状放電を利用することによって効率良くオゾンを生成することができるオゾン発生装置を提供することを技術的課題とするものである。

【0007】

【課題解決のために採用した手段】本件出願人が上記課題を解決するために採用した手段は次の通りである。即ち、 n 相交流を出力する n 相交流出力器と、放電電極 $T_1 \sim T_n$ の先端部を正 n 角形の各頂点位置付近に近接配置して成る電極ユニットとを含み、当該 n 相交流出力器の各相出力端子を、その位相の早い順に前記電極ユニットの放電電極 $T_1 \sim T_n$ へ、右または左回り順に接続せしめるとする技術的手段を採用することにより、均一かつ安定した平面状放電を生起する多相交流多電極コロナ放電装置を構成した。

【0008】そして、この多相交流多電極コロナ放電装置を、酸素あるいは含酸素気体が流通するオゾン発生塔内に設置するという手段を採用することにより、上記の技術的課題を解決したのである。

【0009】また、必要であれば、6相交流を出力する6相交流出力器において、3相交流電源の各相の出力端子毎に並列に2個ずつ3組の変圧器を接続し対となし、これら対として並列接続された各対の変圧器の一方の変圧器二次巻線の巻き終わりと他方の変圧器二次巻線の巻き始めとを結線し、これら3組の結線部同士を更に接続して、共通結線していない側の変圧器二次巻線の端子を出力端子とするという手段を採用した。

【0010】

【実施例】以下、第1実施例および第2実施例に基づき本発明を説明する。なお、図1は本発明第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置の構成概要結線図、図2は本発明第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置の変形例の構成概要結線図、図3は第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置における各電極間に印加される交流の電圧ベクトル図、図4は第1実施例6相交流6電極コロナ放電装置における各電極間に印加される交流の合成ベクトル図、図5は第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置を用いたオゾン発生装置の全体を示す構成概略

図、図6は本発明の第2実施例の6相交流6電極コロナ放電装置の構成概要結線図である。

【0011】『第1実施例』第1実施例は6相交流6電極コロナ放電装置を用いたオゾン発生装置である。まず、6相交流6電極コロナ放電装置を、図1～図4を参照しつつ説明する。

【0012】図1中符号1で指示するものは、コロナ放電を生起する電極ユニットであり、この電極ユニット1は、上部に屈曲部を有する6本の直径2mmのステンレス製棒状放電電極 $T_1 \sim T_6$ から構成されており、これら放電電極 $T_1 \sim T_6$ は、碍子を介して図示しない電極ホルダによって、その先端部を正六角形頂点位置付近に近接させた状態で保持される。この電極ユニット1は、以下に述べる6相交流出力器と接続される。

【0013】図1中、符号U-X、V-Y、及びW-Zで指示するものは、3相交流電源とデルタ結線（或いはスター結線でも良い）した3相交流出力端子であり、端子U-Xには変圧器 $S_1 \cdot S_4$ 、端子V-Yには変圧器 $S_5 \cdot S_2$ 、そして端子W-Zには変圧器 $S_3 \cdot S_6$ という具合に、各相毎に2台ずつ3組6台の単相変圧器を並列接続している。この変圧器 $S_1 \sim S_6$ にはネオントランスを用いている。これら各相2台の変圧器のうち、一方の変圧器の二次巻線の巻き終わりと他方の変圧器の二次巻線の巻き始めとを接続し、この接続線を更に他の変圧器に対して同様に接続した2組の接続線と結線する。そして、変圧器二次巻線の共通結線していない側の6つの端子を、6相交流の出力端子とする。

【0014】ここで、単相変圧器 $S_1 \sim S_6$ から出力される単相交流をそれぞれ符号 $A_1 \sim A_6$ で表すと、並列接続した変圧器 S_1 、 S_4 から、それぞれ出力する交流 A_1 と交流 A_4 とは互いに逆相になり、同様に交流 A_5 と交流 A_2 、交流 A_3 と交流 A_6 も逆相関係を有する。また、変圧器 S_1 、 S_5 、 S_3 からそれぞれ出力する交流 A_1 、 A_5 、 A_3 は互いに位相差 120° の関係を有し、交流 A_4 、 A_2 、 A_6 についても同様である。交流 $A_1 \sim A_6$ が有するこれらの位相関係により、当該6相交流出力器は、位相差 60° の6つの単相交流を出力するのである。

【0015】なお、この6相交流出力器にあっては、図2に示すように構成しても良い。3相交流の出力端子U-X、V-Y、W-Zにそれぞれ並列接続する2台の単相変圧器 $S_1 \cdot S_4$ 、 $S_5 \cdot S_2$ 、 $S_3 \cdot S_6$ の代わりに、変圧器二次巻線の中央にも端子を有する変圧器 S_7 、 S_8 、 S_9 を用いて、これら変圧器 S_7 、 S_8 、 S_9 の中央端子を結線するのである。このようにすれば、変圧器の一次側巻線を半分で済ませることができる。

【0016】上記構成の6相交流出力器と前記電極ユニット1とを、以下に述べる接続方法にて接続する。

【0017】6相交流出力器から出力される6つ単相交

5

流 $A_1 \sim A_6$ を、その位相順に電極ユニット1の放電電極 $T_1 \sim T_6$ へ、右回り（あるいは左回り）順に通電する。当該6相交流出力器における位相順序は、交流 $A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_4 \rightarrow A_5 \rightarrow A_6$ であるので、交流 A_1 を電極 T_1 へ通電し、交流 A_2 を電極 T_1 の隣の電極 T_2 へ通電するならば、交流 A_3 は電極 T_3 へ、交流 A_4 は電極 T_4 へ交流 A_5 は電極 T_5 へ、交流 A_6 は電極 T_6 へそれぞれ通電する（図面に向かって右回り順になる）。

【0018】6相交流出力器と電極ユニット1とを、この接続方法にて接続してコロナ放電を発生させると、各電極間で絶えず複数のコロナ放電が生じ、しかもこれらが高速回転するため、コロナ放電が平面状に発生することになる。以下に、電極ユニット1に発生するコロナ放電の様子を図3、図4を参照しつつ説明する。

【0019】図3は、電極 T_1 の他電極 $T_2 \sim T_6$ に対する電圧ベクトルを図示したものである。6相交流出力器により各電極 $T_1 \sim T_6$ にそれぞれ印加される電圧は、電極 T_1 ； $\sin \theta$ とすると、電極 T_2 ； $\sin(\theta + 2\pi/6)$ 、電極 T_3 ； $\sin(\theta + 4\pi/6)$ 、電極 T_4 ； $\sin(\theta + 6\pi/6)$ 、電極 T_5 ； $\sin(\theta + 8\pi/6)$ 、電極 T_6 ； $\sin(\theta + 10\pi/6)$ で表すことができる。従って、電極 $T_1 - T_2$ 間電圧； $\sin \theta - \sin(\theta + 2\pi/6) = -\cos(\theta + \pi/6)$ となり同様に、電極 $T_1 - T_3$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos(\theta + 2\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_4$ 間電圧； $-2 \cos(\theta + 3\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_5$ 間電圧； $-\sqrt{3} \cos(\theta + 4\pi/6)$ 、電極 $T_1 - T_6$ 間電圧； $-\cos(\theta + 5\pi/6)$ となる。図3には、ある瞬間における電極 T_1 と他の電極 $T_2 \sim T_6$ との間に印加される電極間電圧ベクトルを示してある。そして、図3に示す各電圧ベクトルを合成した電極 T_1 の合成ベクトルを図4に示す。

【0020】図4に示すように、電極 T_1 の合成ベクトルは楕円形状の軌跡を描いて回転する。図4に示す瞬間の合成ベクトルは、電極 T_4 と電極 T_6 との中間点を指向しているので、この瞬間の放電は、分割されつつ曲げられ、主として電極 T_4 と電極 T_6 に到達することになる。この分割放電によって平面状放電が為されるのである。しかも、電極 T_1 を基にしてみた上記回転合成ベクトルは、他の電極 $T_2 \sim T_6$ にも同様に存在するので、全体として6電極間に、均一で安定した平面状放電が生起するのである。

【0021】次に、この6相交流6電極コロナ放電装置を用いたオゾン発生装置について、図5を参照しつつ説明する。

【0022】図5中、符号7で指示するものは、酸素あるいは含酸素気体（以下、原料気体と呼ぶ）が流通する円筒形状（内径90mm）のオゾン発生塔であり、このオゾン発生塔7内部に放電電極 $T_1 \sim T_6$ から成る電極ユニット1が設置してある。電極ユニット1が生起する平面

6

状コロナ放電部へ原料気体を通すことによって、放電電子を酸素分子に効率良く衝突させオゾンを発生させるのである。また、本実施例には、原料気体に乾燥処理を施すための隔膜式乾燥器2やCaOを用いた乾燥塔5の他に、前記オゾン発生塔7へ送る原料気体の圧力、流量を調節するためのレギュレーター3、流量調節バルブ4、及び流量計6が設置されている。また、オゾン発生塔7にて生じたオゾンガスは、オゾン濃度計8にてオゾン濃度が計測され、そして各種の用途に供される。なお、図5には6相交流出力器は図示していない。

【0023】『試験』上記した第1実施例6相交流6電極コロナ放電を用いたオゾン発生装置に対して行なった試験の結果を以下に示す。

【0024】隣接電極間隔；10mm、消費電力；350Wにて、コロナ放電を発生させ、オゾン発生装置へ、原料気体として空気（酸素約20%）を、2 l/minで送給したところ、160mg/min（オゾン濃度80g/m³）のオゾン発生がみられた。このときのオゾン発生効率は、0.46mg/Wmin（27.4g/KWH）に達するものであり、この値は、90%酸素の気体を原料気体として用いた従来装置の発生効率25g/KWHに匹敵するものであった。この試験結果により、本発明装置が90%酸素の気体を原料気体として用いてオゾン発生を行なった場合、その発生効率が従来装置の効率を凌駕することは明らかである。

【0025】『第2実施例』第2実施例のオゾン発生装置は、3相交流4電極コロナ放電装置を用いるものである。コロナ放電装置以外の構成は第1実施例と同様であり、この3相交流4電極コロナ放電装置についてのみ、図6を参照しつつ説明する。

【0026】図6中符号11で指示するものは、コロナ放電を発生する電極ユニットであり、この電極ユニット11は、上部に屈曲部を有する3本の直径2mmのステンレス製棒状放電電極 $T_1 \sim T_3$ と、屈曲部をもたない直径2mmのステンレス製アース電極 T_0 とから構成されており、碍子を介して図示しない電極ホルダによって、電極 $T_1 \sim T_3$ は、その先端部を正三角形頂点位置付近に近接させた状態に保持され電極 T_0 は、その先端部を正三角形中心点付近に位置するように保持される。この電極ユニット11の放電電極 $T_1 \sim T_3$ と、3相交流電源とデルタ結線（スター結線でも良い）した3相交流出力端子U-X、V-Y、及びW-Zとを、変圧器 $S_1 \sim S_3$ を介して接続するのである。

【0027】ここで仮に、アース電極 T_0 を設置しないで、3本の電極 $T_1 \sim T_3$ のみを正三角形各頂点位置付近に近接配置して構成した3相交流3電極コロナ放電装置において、第1実施例で説明したような電極 T_1 を基にした回転合成ベクトルを考えてみる。この3相交流3電極装置の場合でも、回転合成ベクトルが電極 T_2 と電極 T_3 との中間点を指向する瞬間は存在するわけである

7

が、当該放電装置においては、電極 T_1 からみた電極 T_2 方向と電極 T_3 方向との角度、つまり $\angle T_2 T_1 T_3$ が 60° と余りに大きく（他の多相交流多電極放電装置の中で最大。上述した6相交流6電極装置の場合 $\angle T_4 T_1 T_5 = 30^\circ$ ）、電極 $T_1 \sim T_6$ が形成する正三角形の中心点部分には、殆ど放電が生じなくなる。このため、第2実施例において、放電電極 $T_1 \sim T_6$ が形成する正三角形の中心点付近にアース電極 T_0 を設けるのである。

【0028】

【本発明の効果】以上、実施例をもって説明したとおり、本発明にかかる多相交流多電極コロナ放電装置においては、放電電極の配置精度に殆ど関係なく、多電極間において、均一かつ安定な平面状コロナ放電を得ることができるので、この多相交流多電極コロナ放電装置を用いたオゾン発生装置によれば、放電電子を効率よく酸素分子に衝突させることができ、極めて高効率にオゾンを生成することが可能になる。

【0029】また、この平面状放電が、向きを揃えつつ高速回転する複数の放電により形成されるので、放電効率自体も従来装置に比して格段に向上し、放電電圧を極限まで高める必要がなく、従って高電圧印加によるリーク防止対策に多大な努力を払うことも必要ない。

【0030】さらに、6相交流6電極コロナ放電装置を用いる場合には、構造の複雑化を伴うことなくシンプル

8

な構成によって、3相交流電源から6相交流を得ることができるので、とても手軽に大量のオゾンを得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置の構成概要結線図である。

【図2】本発明第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置変形例の構成概要結線図である。

【図3】第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置における各電極間に印加される交流の電圧ベクトル図である。

【図4】第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置における各電極間に印加される交流の合成ベクトル図である。

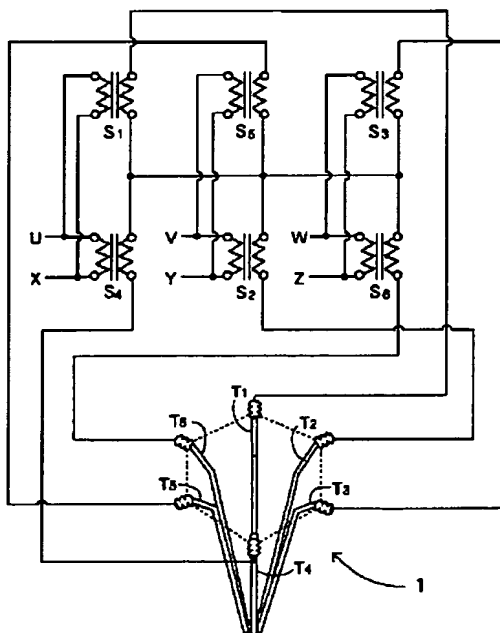
【図5】第1実施例の6相交流6電極コロナ放電装置を用いたオゾン発生装置の全体を示す構成概略図である。

【図6】本発明第2実施例の3相交流4電極コロナ放電装置の構成概要結線図である。

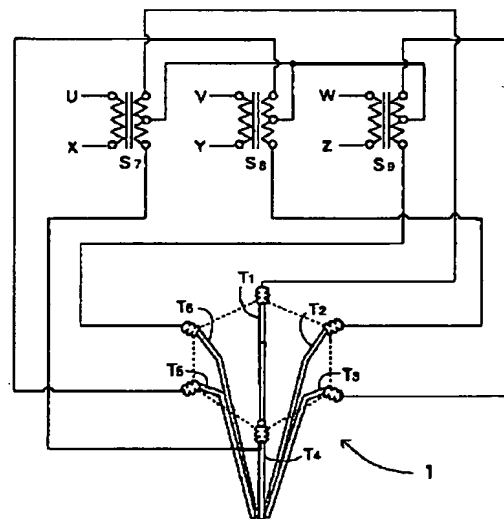
【符号の説明】

- $S_1 \sim S_6$ 単相変圧器
 T_0 アース電極
 $T_1 \sim T_6$ 放電電極
 1、11 電極ユニット
 7 オゾン発生塔

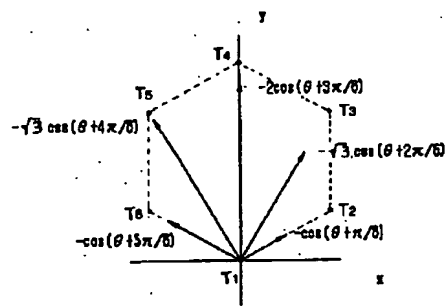
【図1】



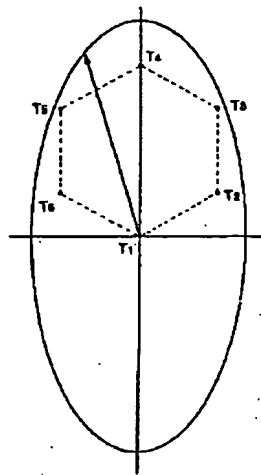
【図2】



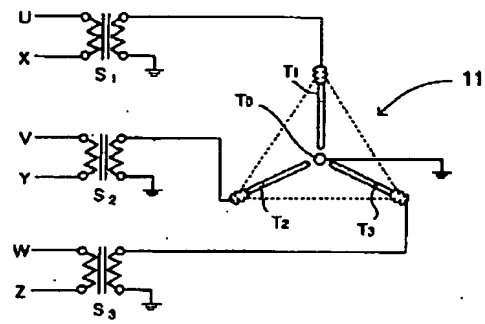
【図3】



【図4】



【図6】



【図5】

